



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 199 33 794 A 1

⑤1 Int. Cl.7:
F 01 P 7/16

②1 Aktenzeichen: 199 33 794.2
②2 Anmeldetag: 19. 7. 1999
④3 Offenlegungstag: 3. 2. 2000

"A" class 1, 2, 4

DE 199 33 794 A 1

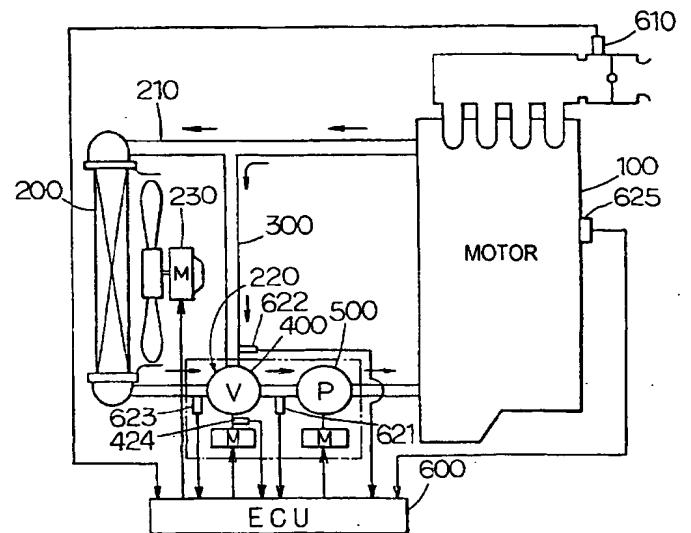
③0 Unionspriorität:
10-214493 29. 07. 1998 JP
⑦1 Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP
⑦4 Vertreter:
Zumstein & Klingseisen, 80331 München

⑦2 Erfinder:
Suzuki, Kazutaka, Kariya, Aichi, JP; Takahashi,
Eizou, Kariya, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Kühlvorrichtung für einen flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor

⑤7 Das Strömungsratenverhältnis (Vrb) der Kühlerströmungsrate (Vr) zu der Bypass-Strömungsrate (Vb) wird aus der Pumpenwassertemperatur (Tp), der Bypasswassertemperatur (Tb) und der Kühlerwassertemperatur (Tr) bestimmt. Die Beziehung zwischen dem Strömungsratenverhältnis (Vrb) und dem Ventilöffnungsgrad eines Strömungsregelungsventils (400) wird als ein Plan vorher bestimmt. Der Ventilöffnungsgrad wird aus dem Strömungsratenverhältnis (Vrb) und dem Plan bestimmt. Entsprechend wird die Kühlwassertemperatur an dem Einlaß einer Pumpe (500) genau geregelt, ohne die Strömungsrate des Kühlwassers festzustellen.



DE 199 33 794 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung für einen flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor, beispielsweise einen wassergekühlten Motor, und ist vorzugsweise bei einem Verbrennungsmotor eines Fahrzeugs anwendbar.

Um den Motor effizient laufen zu lassen ist es notwendig, die Motorkühlwassertemperatur in geeigneter Weise aufrechtzuerhalten.

Eine bekannte Art einer Kühlvorrichtung für einen Motor ist in JP-A-63-268 912 offenbart. Die in JP-A-63-268 912 offenbarte Kühlvorrichtung regelt die Motorkühlwassertemperatur auf der Grundlage der Wandoberflächentemperatur des Zylinderblocks des Motors.

Um die Motorkühlwassertemperatur am Kühlwassereinlaß eines Motors in geeigneter Weise zu regeln, haben die Erfinder versucht, eine Kühlvorrichtung mit einem Strömungsregelungsventil an einer Verbindung zwischen der Kühlerauslaßseite und einem Bypassdurchtritt, der den Kühler im Bypass umgeht, zu entwickeln, das die Strömungsrate des Kühlers und die Strömungsrate des Bypassdurchtritts regelt. Des weiteren haben die Erfinder versucht, den Ventilöffnungsgrad des Strömungsregelungsventils auf der Grundlage der Kühlwassertemperatur an der Kühlwassereinlaßseite des Motors (an der Kühlwassereinlaßseite einer Pumpe) im Wege der Rückkoppelung zu regeln. Es war jedoch schwierig, die Kühlwassertemperatur an der Kühlwassereinlaßseite des Motors (nachfolgend bezeichnet als "Einlaßtemperatur") genau zu regeln, und zwar aus dem nachfolgend angegebenen Grund.

Die Einlaßtemperatur wird bestimmt auf der Grundlage der Temperatur und der Strömungsrate des Kühlwassers, das von dem Kühler aus ausströmt, und der Temperatur und der Strömungsrate des Kühlwassers, das von dem Bypassdurchtritt aus ausströmt. Andererseits regelt das experimentelle Modell der Erfinder den Ventilöffnungsgrad auf der Grundlage ausschließlich der Temperatur ohne Berücksichtigung der Strömungsrate.

Entsprechend wird die Veränderung der Strömungsrate, die durch die Veränderung der Ventilöffnungsgröße verursacht ist, nicht auf die Regelung des Strömungsregelungsventils reflektiert, und ist die Genauigkeit der Regelung der Einlaßtemperatur beeinträchtigt.

Zur Lösung dieses Problems ist es möglich, die Strömungsraten des Kühlwassers, das von dem Kühler aus ausströmt, und des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt hindurchtritt, festzustellen und die festgestellten Strömungsraten den Regelungsparametern hinzuzufügen. Jedoch ist es in der Praxis schwierig, einen Strömungsratendetektor, -sensor und dergleichen in dem Motorraum anzuordnen, und zwar wegen des Einbauraums und der Kosten hierfür.

Die Erfindung ist in Hinblick auf das obenangegebene Problem gemacht worden, und es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Kühlvorrichtung zu schaffen, die die Regelungsgenauigkeit der Einlaßtemperatur ohne Feststellen der Strömungsrate des Kühlwassers verbessert.

Bei der erfindungsgemäßen Kühlvorrichtung wird der Öffnungsgrad eines Strömungsregelungsventils auf der Grundlage einer ersten Temperatur (T_p) des Kühlmittels, das von dem Auslaß des Strömungsregelungsventils ausgegeben wird, und einer zweiten Temperatur (T_b) des Kühlmittels, das durch einen Bypassdurchtritt hindurchtritt, und einer dritten Temperatur (T_r) des Kühlmittels, das von einem Kühler aus ausströmt, geregelt.

Entsprechend wird die Kühlwassertemperatur an dem Einlaß des Motors genau geregelt, da das Strömungsregelungsventil mit Hilfe von Parametern geregelt wird, die die

Strömungsrate umfassen, ohne die Strömungsrate des Kühlwassers festzustellen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung sowie die Verfahren der Arbeitsweise und die Funktion der zugehörigen Teile ergeben sich aus der nachfolgenden Detailbeschreibung, den beigefügten Ansprüchen und den Zeichnungen, die alle einen Teil dieser Anmeldung bilden. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht mit der Darstellung einer Kühlvorrichtung für einen flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2(a) eine perspektivische Seitenansicht mit der Darstellung der Integration eines Strömungsregelungsventils und einer Pumpe gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2(b) eine Draufsicht mit der Darstellung der Integration des Strömungsregelungsventils und der Pumpe gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3(a) eine teilweise geschnittene Ansicht entlang der Linie A-A in **Fig. 2(a)** gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3(b) einen Teil eines Schnitts entlang der Linie B-B in **Fig. 3(a)** gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 4 ein Fließdiagramm mit der Darstellung der Arbeitsweisen der Kühlvorrichtung gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 5 einen Regelungsplan für die Pumpe gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 einen Regelungsplan für ein Gebläse gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 7 ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen dem Ventilöffnungsgrad Θ und dem Strömungsverhältnis V_{rb} gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8(a) ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Motorlast und der Wassertemperatur am Einlaß der Pumpe (der Einlaßtemperatur) gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8(b) ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Motorlast und dem Ventilöffnungsgrad gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8(c) ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Motorlast und dem Verbrauch der Pumpe an elektrischer Energie gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8(d) ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Motorlast und dem Verbrauch des Gebläses an elektrischer Energie gemäß der Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 8(e) ein Diagramm mit der Darstellung der Beziehung zwischen der Motorlast und der Fahrzeuggeschwindigkeit und dem Einlaß- bzw. Ansaugdruck gemäß der Ausführungsform der Erfindung.

In **Fig. 1** bis 8 ist als eine Ausführungsform der Erfindung eine Kühlvorrichtung für einen flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor der Erfindung dargestellt, die bei einem wassergekühlten Motor Anwendung findet.

In **Fig. 1** kühlt ein Kühler **200** Kühlwasser (Kühlmittel), das in dem wassergekühlten Motor **100** umläuft. Das Kühlwasser läuft durch den Kühler **200** über einen Kühlerdurchtritt **210** hindurch um.

Ein Teil des Kühlwassers, das von dem Motor **100** aus ausströmt, kann zu der Auslaßseite des Kühlers **200** an dem Kühlerdurchtritt **210** geführt werden, indem der Kühler **200** über einen Bypassdurchtritt **300** im Bypass umgangen wird.

Ein Dreh-Strömungsregelungsventil **400** ist an einer Verbindung **220** zwischen dem Bypassdurchtritt **300** und dem

Kühlerdurchtritt **210** vorgesehen, um die Strömungsrate des Kühlwassers zu regeln, das durch den Kühlerdurchtritt **210** hindurchtritt (nachfolgend bezeichnet als Kühlerströmungsrate V_r) und die Strömungsrate des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt **300** hindurchtritt (nachfolgend bezeichnet als Bypass-Strömungsrate V_b) zu regeln.

Eine Elektropumpe **500** zum Umwälzen des Kühlwassers, die unabhängig von dem Motor **100** betrieben wird, ist in Hinblick auf die Wasserströmungsrichtung an der stromabwärtigen Seite des Strömungsregelungsventils **400** vorgesehen.

Gemäß Darstellung in **Fig. 2(a)** und **2(b)** sind das Strömungsregelungsventil **400** und die Pumpe **500** über ein Pumpengehäuse **510** und ein Ventilgehäuse **410** integriert zusammengefaßt. Das Ventilgehäuse **410** und das Pumpengehäuse **510** sind aus Kunststoff hergestellt.

Gemäß Darstellung in **Fig. 2(a)** bis **3(b)** ist ein zylindrisch gestaltetes Drehventil **420** mit einer Öffnung an seinem einen Ende (das tassenartig gestaltet ist) drehbar in dem Ventilgehäuse **410** aufgenommen. Das Ventil **420** wird um seine Drehachse mittels eines Betätigungselementes **430** gedreht, das einen Servomotor **432** und eine Drehzahlreduzierungs-einrichtung aufweist, die mehrere Zahnräder **431** umfaßt.

Gemäß Darstellung in **Fig. 3(a)** sind ein erster Ventilanschluß **421** und ein zweiter Ventilanschluß **422**, die zueinander identische Durchmesser aufweisen, um eine Verbindung des Inneren mit dem Äußeren einer zylindrischen Seitenfläche **420a** herzustellen, an der zylindrischen Seitenoberfläche **420a** des Ventils **420** ausgebildet. Der Ventilanschluß **421** ist gegenüber dem Ventilanschluß **422** um etwa 90° versetzt.

Ein Kühleranschluß (kühlerseitiger Einlaß) **411**, der eine Verbindung mit dem Kühlerdurchtritt **220** herstellt, und ein Bypassanschluß (bypassseitiger Einlaß) **412**, der eine Verbindung mit dem Bypassdurchtritt **300** herstellt, sind an dem Teil des Ventilgehäuses **410** ausgebildet, der der zylindrischen Seitenoberfläche **420a** entspricht. Des weiteren ist ein Pumpenanschluß (Auslaß) **413** zur Herstellung einer Verbindung der Ansaugseite der Pumpe **500** mit einem zylindrischen Innenbereich **420b** des Ventils **420** an einem Teil des Ventilgehäuses **410** ausgebildet, der dem axialen Ende der Drehwelle des Ventils **420** entspricht.

Eine Packung **440** dichtet einen Spalt zwischen der zylindrischen Seitenoberfläche **420a** und der Innenwand des Ventilgehäuses **410** ab, um so zu verhindern, daß das Kühlwasser, das in das Ventilgehäuse **410** über den Kühleranschluß **411** und dem Bypassanschluß **412** einströmt, den zylindrischen Innenbereich **420** im Bypass umgeht und zu dem Pumpenanschluß **413** strömt.

Gemäß Darstellung in **Fig. 2(a)** ist ein Potentiometer **424** an einer Drehwelle **423** vorgesehen, um den Drehwinkel des Ventils **420** festzustellen, das ist der Ventilöffnungsgrad des Strömungsregelungsventils **400**. An dem Potentiometer **424** festgestellte Signale werden an einer ECU **600** eingegeben.

Die elektronische Regeleinheit (ECU) **600** regelt das Strömungsregelungsventil **400** und die Pumpe **500**. Die Feststellungssignale von einem Drucksensor **610**, einem ersten, einem zweiten und einem dritten Wassertemperatursensor **621**, **622** bzw. **623** und einem Drehsensor **624** werden an der ECU **600** eingegeben. Der Drucksensor **610** stellt den Verteilerluftdruck des Motors **100** fest. Der erste bis dritte Wassertemperatursensor **621** bis **623** stellt die Kühlwassertemperatur fest. Der Drehsensor **624** stellt die Motordrehzahl des Motors **100** fest. Die ECU **600** regelt das Strömungsregelungsventil **400**, die Pumpe **500** und das Gebläse **230** auf der Grundlage dieser festgestellten Signale.

Der erste Wassertemperatursensor **621** stellt die Temperatur des Kühlwassers, das zu der Pumpe **500** strömt, an der Seite des Pumpenanschlusses **413** fest, (nachfolgend be-

zeichnet als Pumpenwassertemperatur T_p).

Der zweite Wassertemperatursensor **622** stellt die Temperatur des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt **300** hindurchtritt, an der Seite des Bypassanschlusses **412** fest, das ist die Temperatur des Kühlwassers, das von dem Motor **100** aus ausströmt, (nachfolgend bezeichnet als Bypasswassertemperatur T_b).

Der dritte Wassertemperatursensor **623** stellt die Temperatur des Kühlwassers, das von dem Kühler **200** aus ausströmt, an der Seite des Kühleranschlusses **413** fest, (nachfolgend bezeichnet als Kühlerwassertemperatur T_r).

Nachfolgend wird die Arbeitsweise der Ausführungsform gemäß einem in **Fig. 4** dargestellten Fließdiagramm beschrieben.

Wenn der Motor **100** startet, nachdem der Zündschalter (nicht dargestellt) des Fahrzeugs eingeschaltet worden ist, werden die festgestellten Signale der jeweiligen Sensoren **610**, **621**, **622**, **623** und **624** an der ECU **600** in Schritt **S100** eingegeben.

In Schritt **S100** wird die Motorlast aus der Motordrehzahl und dem Verteilerluftdruck des Motors **100** bestimmt; und eine grundsätzliche Strömungsrate (Drehzahl der Pumpe **500**) des Kühlwassers, das in dem Motor **100** umläuft, und die Soll-Temperatur des Kühlwassers, das in dem Motor **100** strömt (nachfolgend bezeichnet als Sollwassertemperatur T_{map}) werden aus einem nicht dargestellten Plan bestimmt.

Die Sollwassertemperatur T_{map} wird derart bestimmt, daß die Wassertemperatur bei kleinerer Motorlast höher wird als die Wassertemperatur bei größerer Motorlast.

In Schritt **S120** wird bestimmt, ob die Pumpenwassertemperatur T_p innerhalb eines bestimmten Bereichs liegt, der die Sollwassertemperatur T_{map} als Bezugspunkt enthält. Insbesondere wird bestimmt, ob die Pumpenwassertemperatur T_p innerhalb des Bereichs zwischen ($T_{map} - 2^\circ\text{C}$) und ($T_{map} + 2^\circ\text{C}$) liegt.

Wenn die Pumpenwassertemperatur T_p innerhalb des bestimmten Bereichs liegt, wird der gegenwärtige Ventilöffnungsgrad des Strömungsregelungsventils **400** aufrechterhalten, wie er in Schritt **S130** ist, und wird zu Schritt **S100** zurückgegangen.

Wenn die Pumpenwassertemperatur T_p außerhalb des gewissen Bereichs liegt, geht der Schritt zu Schritt **S140** über, um den Ventilöffnungsgrad, der von dem gegenwärtigen Öffnungsgrad entsprechend den in **Fig. 5** und **6** dargestellten Plänen zu verändern ist, die Strömungsrate, die von der gegenwärtigen Strömungsrate (der grundsätzlichen Kühlwasserströmungsrate) ausgehend zu verändern ist, und die Blasluftmenge, die von der gegenwärtigen Blasluftmenge ausgehend zu verändern ist, auf der Grundlage der Temperaturdifferenz $\Delta T (= T_{map} - T_p)$ zu bestimmen. Der Ventilöffnungsgrad, die Kühlwasserströmungsrate und die Blasluftmenge werden derart bestimmt, daß der Verbrauch an elektrischer Energie der Pumpe **500** und des Gebläses **230** minimiert ist.

In **Fig. 5** nimmt die Drehzahl der Pumpe **500** zu, wenn die Aufgabe der Pumpe **500** zunimmt. In **Fig. 6** steigt die Drehzahl des Gebläses **230**, wenn die Aufgabe des Gebläses **230** zunimmt. Die Aufgabe der Pumpe **500** und die Aufgabe des Gebläses **230** werden auf der Grundlage der Motorlast derart bestimmt, daß der Verbrauch an elektrischer Energie der Pumpe **500** und des Gebläses **230** minimiert ist.

In Schritt **S150** werden die Regelungssignale ausgegeben, um die Betriebs- bzw. Arbeitsbedingungen des Strömungsregelungsventils **400**, der Pumpe **500** und des Gebläses **230** zu verändern. Das Strömungsregelungsventil **400** wird durch Wiederholen der Schritte **S100** bis **S150** im Wege der Rückkoppelung geregelt.

Die Pumpenwassertemperatur T_p wird durch die Mi-

schung des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt **300** hindurchtritt, und des Kühlwassers, das durch den Kühler **200** hindurchtritt, bestimmt. Daher ist die Feststellung der Kühlerströmungsrate V_r und der Bypass-Strömungsrate V_b ebenso notwendig wie die Feststellung der Kühlerwassertemperatur T_r und der Bypasswassertemperatur T_b , um die Pumpenwassertemperatur T_p mit der Sollwassertemperatur T_{map} genau abzustimmen.

Jedoch ist es, wie oben beschrieben ist, sehr schwierig, die Strömungsrate des Kühlwassers, das in der Kühlvorrichtung umläuft, genau zu messen.

Bei der Ausführungsform der Erfindung werden die Kühlerströmungsrate V_r und die Bypass-Strömungsrate V_b , d. h. der Ventilöffnungsgrad, auf der Grundlage der Pumpenwassertemperatur T_p , der Kühlerwassertemperatur T_r und der Bypasswassertemperatur T_b bestimmt, wie nachfolgend beschrieben wird.

Da die Pumpenwassertemperatur T_p durch die Mischung des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt **300** hindurchtritt, und des Kühlwassers, das durch den Kühler **200** hindurchtritt, bestimmt wird, wird die Pumpenwassertemperatur T_p durch die nachfolgende Gleichung 1 wiedergegeben.

[Gleichung 1]

$$T_p = (T_r \cdot V_r + T_b \cdot V_b) / (V_r + V_b).$$

Das Verhältnis der Strömungsrate wird durch die nachfolgende Gleichung 2 definiert.

[Gleichung 2]

$$V_{rb} = V_r / V_b.$$

Entsprechend wird die Gleichung 1 zu der nachfolgenden Gleichung 3 umgewandelt.

[Gleichung 3]

$$T_p = (T_b + T_r \cdot V_{rb}) / (1 + V_{rb}).$$

Des weiteren wird die Gleichung 3 zu der nachfolgenden Gleichung 4 umgewandelt.

[Gleichung 4]

$$V_{rb} = (T_b - T_p) / (T_p - T_r).$$

Der Ventilöffnungsgrad Θ wird als eine Funktion von V_{rb} bestimmt, wie in **Fig. 7** dargestellt ist. Somit wird der Ventilöffnungsgrad eindeutig aus V_{rb} bestimmt. Es ist zu beachten, daß die Beziehung zwischen dem Ventilöffnungsgrad Θ und dem Strömungsratenverhältnis V_{rb} , das in **Fig. 7** dargestellt ist, aus experimentellen Daten abgeleitet ist.

Es ist aus der Gleichung 4 ersichtlich, daß das Strömungsratenverhältnis V_{rb} aus der Pumpenwassertemperatur T_p , aus der Kühlerwassertemperatur T_r und aus der Bypasswassertemperatur T_b berechnet wird.

Wenn die Pumpenwassertemperatur T_p in Gleichung 4 durch die Sollwassertemperatur T_{map} ersetzt wird, wird das Sollströmungsratenverhältnis V_{rb} durch Gleichung 5 wie folgt bestimmt.

[Gleichung 5]

$$V_{rb} = (T_b - T_{map}) / (T_{map} - T_r).$$

In dieser Beschreibung wird das Strömungsratenverhältnis V_{rb} , das durch die Gleichung 4 bestimmt ist, als "tatsächliches Strömungsratenverhältnis V_{rb} " bezeichnet, und wird das Strömungsratenverhältnis V_{rb} , das durch die Gleichung 5 bestimmt ist, als "Sollströmungsratenverhältnis V_{rb} " bezeichnet.

Entsprechend wird der Sollventilöffnungsgrad durch das Sollströmungsratenverhältnis V_{rb} und **Fig. 7** bestimmt, und wird der tatsächliche Ventilöffnungsgrad durch das aktuelle Strömungsratenverhältnis V_{rb} und **Fig. 7** bestimmt. Der Ventilöffnungsgrad, der von dem gegenwärtigen Ventilöffnungsgrad ausgehend zu verändern ist (Veränderungsgröße des Ventilöffnungsgrades), der in dem Plan in **Fig. 5** dargestellt ist, wird aus der Differenz zwischen dem Sollströmungsratenverhältnis V_{rb} und dem tatsächlichen Strömungsratenverhältnis V_{rb} bestimmt.

Entsprechend der Ausführungsform der Erfindung wird der Ventilöffnungsgrad aus der Pumpenwassertemperatur T_p , aus der Kühlerwassertemperatur T_r und aus der Bypasswassertemperatur T_b ohne Messung der tatsächlichen Kühlwasserströmungsrate genau bestimmt.

Obwohl die Pumpenwassertemperatur T_p nur entsprechend den Zuständen des Kühlwassers, das durch den Bypassdurchtritt **300** hindurchtritt, und des Kühlwassers, das durch den Kühler **200** hindurchtritt, bestimmt wird, gibt es Zeitverzögerungen bei der Kühlwassertemperaturfeststellung an dem ersten bis dritten Wassertempersensor **621** bis **623**. Daher kann es eine Differenz zwischen der tatsächlichen Temperatur und der festgestellten Temperatur geben. Somit ist es wünschenswert, den ersten bis dritten Wassertempersensor **621** bis **623** so nahe wie möglich anzuordnen.

Wenn die Motorlast ansteigt und die Sollwassertemperatur T_{map} abnimmt, wird der Ventilöffnungsgrad verändert, und steigt die Kühlerströmungsrate V_r an. Jedoch wird die Veränderungsgröße der Wärmeabstrahlungsleistung des Kühlers **200** gegen die Veränderungsgröße der Kühlerströmungsrate V_r (Veränderungsverhältnis der Wärmeabstrahlungsleistung) kleiner, wenn die Kühlerströmungsrate V_r (Strömungsgeschwindigkeit in dem Kühler **200**) größer wird.

Sogar dann, wenn die Kühlerströmungsrate V_r vergrößert wird, um die Pumpenwassertemperatur T_p herabzusetzen, wird die Wärmeabstrahlungsleistung im Vergleich zu dem vergrößerten Wert der Kühlerströmungsrate V_r nicht vergrößert. Entsprechend wird das Verhältnis der Kühlleistung zu der Pumpenarbeit der Pumpe **500** (zu dem Verbrauch der Pumpe **500** an elektrischer Energie), die für das Umwälzen des Kühlwassers zu dem Kühler **200** hin notwendig ist, herabgesetzt, und nimmt die unnötige Pumpenarbeit zu.

Sogar dann, wenn die Kühlerströmungsrate V_r vergrößert wird, um die Pumpenwassertemperatur T_p herabzusetzen, wird die Wärmeabstrahlungsleistung im Vergleich zu dem vergrößerten Wert der Kühlerströmungsrate V_r nicht erhöht. Entsprechend wird das Verhältnis der Kühlleistung zu der Pumpenarbeit der Pumpe **500** (zu dem Verbrauch der Pumpe **500** an elektrischer Energie), die für das Umwälzen des Kühlwassers zu dem Kühler **200** hin benötigt wird, herabgesetzt, und nimmt die unnötige Pumpenarbeit zu.

Entsprechend der Ausführungsform der Erfindung wird jedoch die Blasluftmenge des Gebläses **230** auf der Grundlage der Motorlast geregelt. Somit wird die Wärmeabstrahlungsleistung des Kühlers **200** vergrößert, wenn die Blasluftmenge entsprechend der Zunahme der Motorlast vergrößert wird.

Entsprechend ist eine Vergrößerung der unnötigen Pumpenarbeit verhindert.

In **Fig. 8(a)** gibt die ausgezogene Linie die Pumpenwas-

sertemperatur T_p an, wenn die Luftblasmenge entsprechend der Zunahme der Motorlast vergrößert wird, und gibt die gestrichelte Linie die Pumpenwassertemperatur T_p an, wenn die Luftblasmenge nicht entsprechend der Zunahme der Motorlast vergrößert wird.

Aus Fig. 8(a) und 8(b) ist ersichtlich, daß die Pumpenwassertemperatur T_p und der Verbrauch an elektrischer Energie der Pumpe 500 reduziert werden, wenn die Luftblasmenge entsprechend der Zunahme der Motorlast vergrößert wird, dies sogar obwohl der Ventilöffnungsgrad und die Kühlerströmungsrate V_r kleiner als diejenigen in dem Fall sind, bei dem die Luftblasmenge nicht entsprechend der Zunahme der Motorlast vergrößert wird.

Im allgemeinen ist die Strömungsgeschwindigkeit des Fahrwindes, der durch den Kühler 200 hindurchtritt, wenn ein Fahrzeug fährt, verhältnismäßig klein, beispielsweise etwa 10% der Strömungsgeschwindigkeit des Fahrwindes. Entsprechend ist es schwierig, das Kühlwasser nur mittels des Fahrwindes zu kühlen, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit niedrig ist und die Motorlast groß ist, wie beispielsweise bei einer hochzufahrenden Steigung.

Entsprechend der Ausführungsform der Erfindung nimmt jedoch die Blasluftmenge an dem Gebläse 230 zu, wenn die Motorlast groß ist. Entsprechend wird die Kühlwassertemperatur (die Pumpenwassertemperatur T_p) gesichert herabgesetzt, wenn die Motorlast groß ist. Somit wird die Kühlwassertemperatur entsprechend der Motorlast in geeigneter Weise geregelt.

Bei der Ausführungsform der Erfindung werden drei Wassertemperatursensoren 621, 622 und 623 verwendet, um drei Arten der Wassertemperatur zu messen, d. h. die Pumpenwassertemperatur T_p , die Kühlerwassertemperatur T_r und die Bypasswassertemperatur T_b . Jedoch ist es möglich, den zweiten Wassertemperatursensor 622 zum Feststellen der Bypasswassertemperatur T_b wegzulassen, und kann die Bypasswassertemperatur T_b aus der Pumpenwassertemperatur T_p und der Kühlerwassertemperatur T_r statt dessen abgeschätzt werden. Ein Beispiel des Schätzungsverfahrens für das Verhältnis der Strömungsrate V_{rb} , wenn der zweite Wassertemperatursensor 622 weggelassen ist, wird nachfolgend beschrieben.

Die Bypasswassertemperatur T_b wird aus der Gleichung 4 wie in der Gleichung 6 angegeben abgeleitet.

[Gleichung 6]

$$T_b = T_p + (T_p - T_r) \cdot V_{rb}.$$

Da das Verhältnis der Strömungsrate V_{rb} eindeutig aus dem Ventilöffnungsgrad Θ gemäß Darstellung in Fig. 7 bestimmt wird, wird die Bypasswassertemperatur T_b aus einem Ventilöffnungsgrad abgeschätzt, der aus einem festgestellten Wert des Potentiometers 424 bestimmt wird.

Da die in Fig. 5 und 6 dargestellten Pläne für eine atmosphärische bzw. Umgebungstemperatur von 25°C bei der obenangegebenen Ausführungsform bestimmt werden, wird es bevorzugt, einen Korrekturschritt zwischen dem Schritt S140 und dem Schritt S150 zur Korrektur der bestimmten Werte hinzuzufügen, die in Schritt S140 bestimmt worden sind.

Obwohl die Erfindung in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben worden ist, ist zu beachten, daß zahlreiche Veränderungen und Modifikationen für den Fachmann ersichtlich sein werden. Solche Veränderungen und Modifikationen sind als innerhalb des Umfangs der Erfindung gemäß Definition in den beigefügten Ansprüchen fallend zu verstehen.

Patentansprüche

1. Kühlvorrichtung für einen flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor (100), der von einem Kühlmittel Gebrauch macht, umfassend:

einen Kühler (200) zum Kühlen des Kühlmittels, das zwischen dem flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor und dem Kühler umläuft;

einen Bypassdurchtritt (300) zum Zuführen des Kühlmittels, das von dem flüssigkeitsgekühlten Verbrennungsmotor aus direkt zu der Auslaßseite des Kühlers strömt, um den Kühler im Bypass zu umgehen; und

ein Strömungsregelungsventil (400) mit einem bypassseitigen Einlaß (411), durch den hindurch das Kühlmittel, das durch den Bypassdurchtritt hindurchtritt, einströmt, und mit einem kühlerseitigen Einlaß (412), durch den hindurch das Kühlmittel, das durch den Kühler hindurchtritt, einströmt, und mit einem Auslaß (413) zum Abgeben des Kühlmittels, das in dem Strömungsregelungsventil strömt, zu dem Motor hin zum Regeln der Bypass-Strömungsrate (V_b) des Kühlmittels, das durch den Bypassdurchtritt hindurchtritt, und der Kühlerströmungsrate (V_r) des Kühlmittels, das durch den Kühler hindurchtritt, durch Verändern des Öffnungsgrades des Strömungsregelungsventils; wobei der Öffnungsgrad des Strömungsregelungsventils auf der Grundlage einer ersten Temperatur (T_p) des Kühlmittels, das von dem Auslaß (413) aus abgegeben wird, einer zweiten Temperatur (T_b) des Kühlmittels, das durch den Bypassdurchtritt (300) hindurchströmt, und einer dritten Temperatur (T_r) des Kühlmittels, das von dem Kühler (200) ausströmt, geregelt ist.

2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Öffnungsgrad des Strömungsregelungsventils auf der Grundlage der ersten, der zweiten und der dritten Temperatur (T_b , T_r , T_p) im Wege der Rückkoppelung derart geregelt ist, daß die erste Temperatur (T_p) mit einer Sollwassertemperatur (T_{map}) konform übereinstimmt, die auf der Grundlage der Motorlast des Motors (100) bestimmt ist.

3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, wobei die Kühlvorrichtung ein Gebläse (230) zum Blasen von Luft in Richtung zu dem Kühler (200) hin aufweist und die Blasluftmenge dieses Gebläses auf der Grundlage der Motorlast des Motors (100) geregelt ist.

4. Kühlvorrichtung nach irgendeinem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kühlvorrichtung eine Pumpe (500) umfaßt, die unabhängig von dem Motor (100) zum Umwälzen des Kühlmittels angetrieben ist, und die Abgabeströmungsrate der Pumpe auf der Grundlage der Motorlast des Motors (100) geregelt ist.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

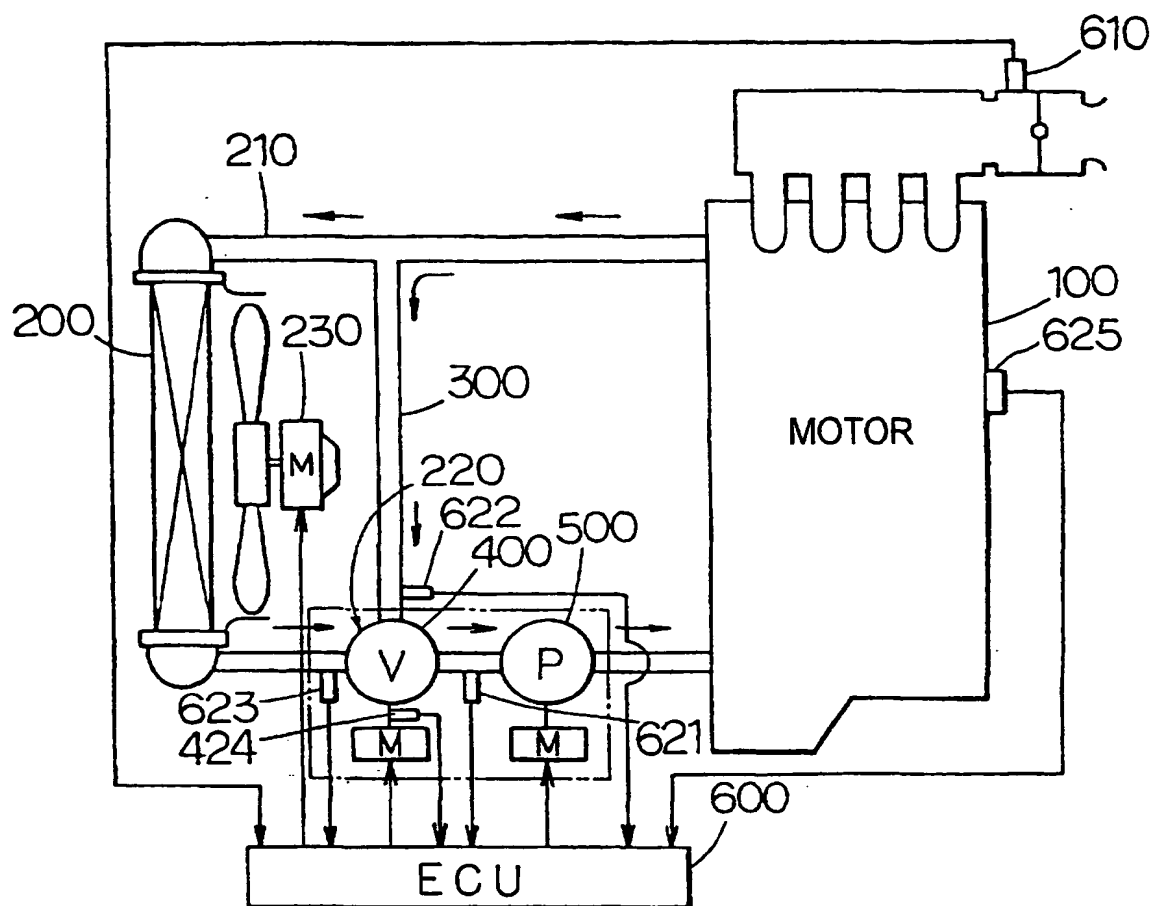


Fig. 2(b)

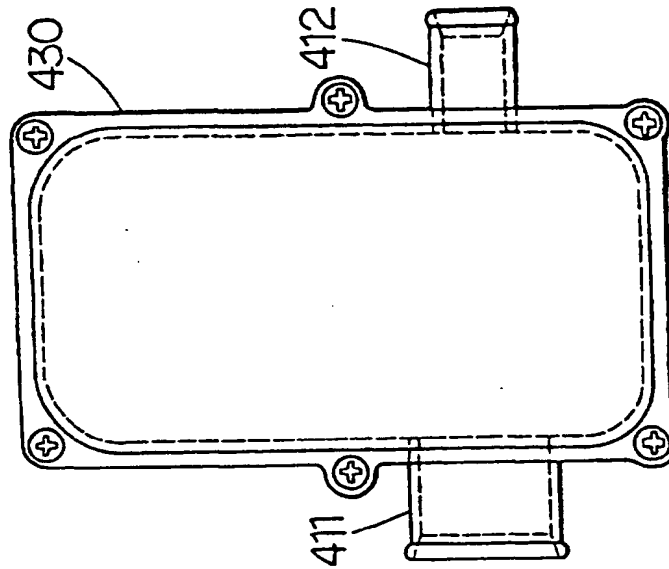


Fig. 2(a)

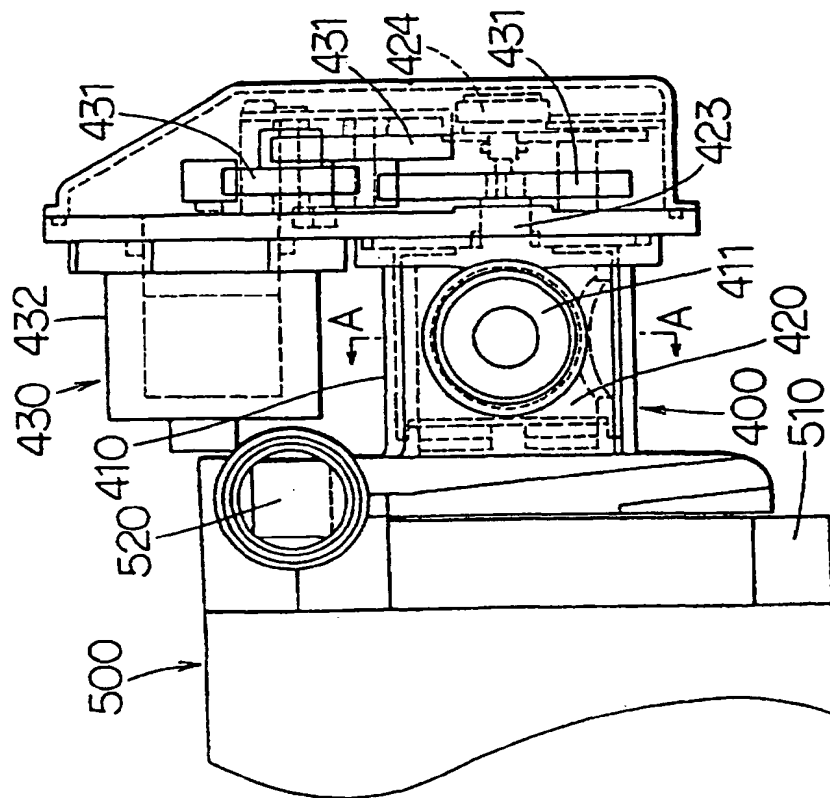


Fig. 3(a)

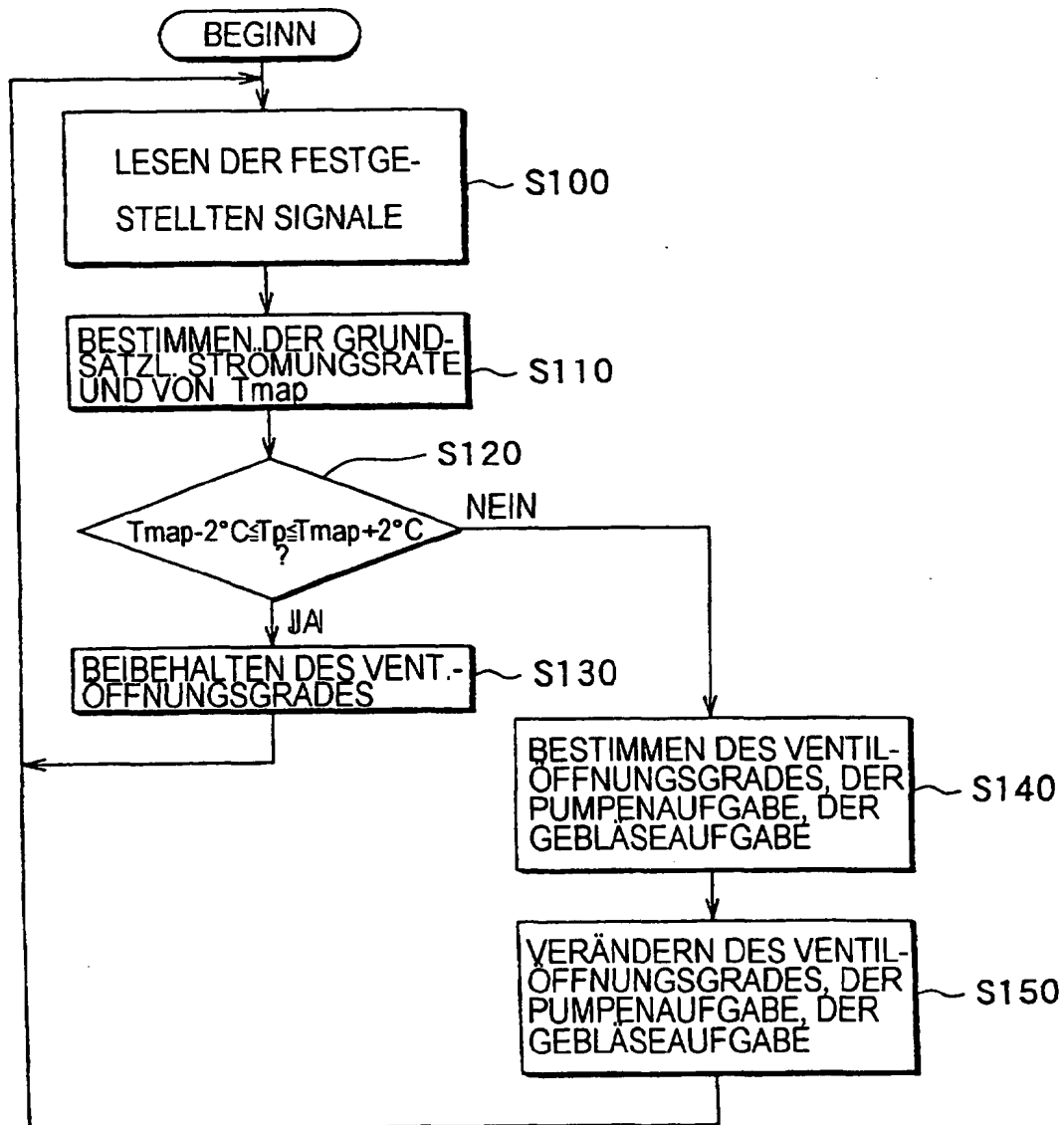
Fig. 4

Fig. 5

PUMPE		ÄNDERUNGSGRÖSSE DES VENTILÖFFNUNGSGRADES						
		+ x % . . . GEGENWÄRTIGE POSITION . . . - x %						
AUF- GABE	10	3	2	1	0	-1	-2	-3
	20	4						
	.							
	.							
	.							
	.							
	90	6						
	100	6.2						

Fig. 6

GEBLÄSE		ÄNDERUNGSGRÖSSE DES VENTILÖFFNUNGSGRADES						
		+ x % . . . GEGENWÄRTIGE POSITION . . . - x %						
AUF- GABE	10	3	2	1	0	-1	-2	-3
	20	4						
	.							
	.							
	.							
	.							
	90	6						
	100	6.2						

Fig. 7

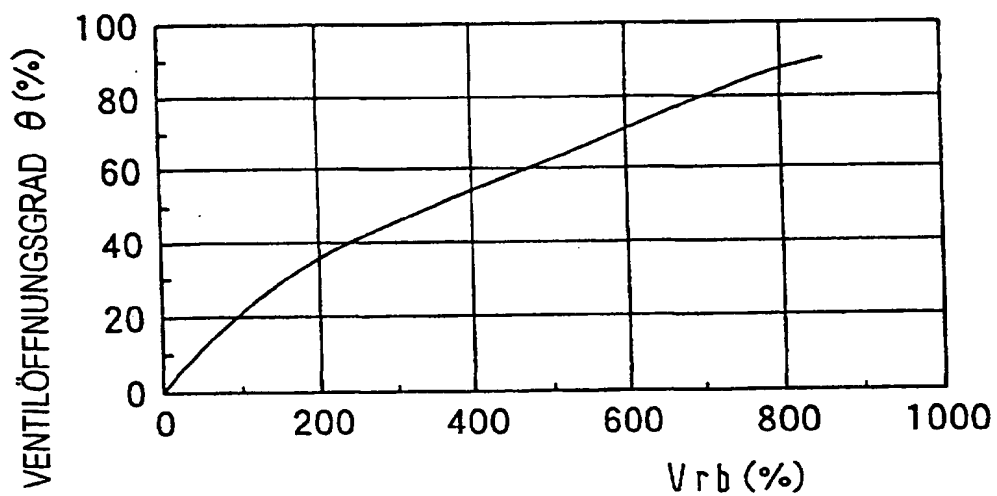


Fig. 8(a)

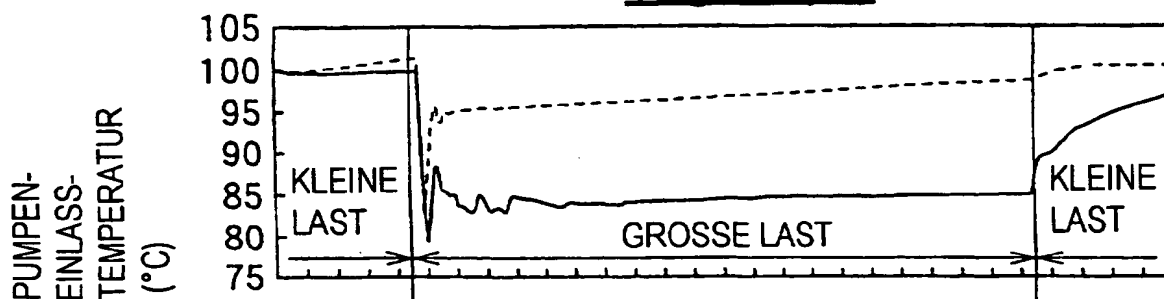


Fig. 8(b)

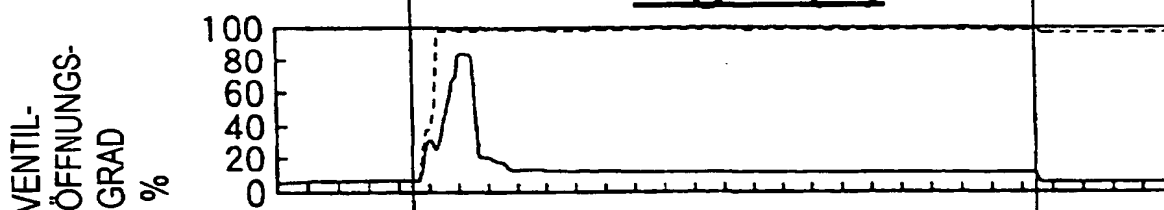


Fig. 8(c)



Fig. 8(d)

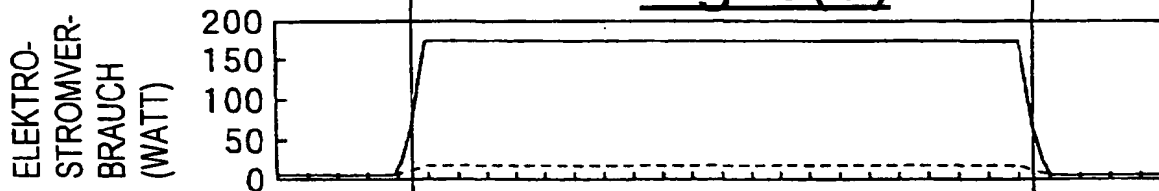
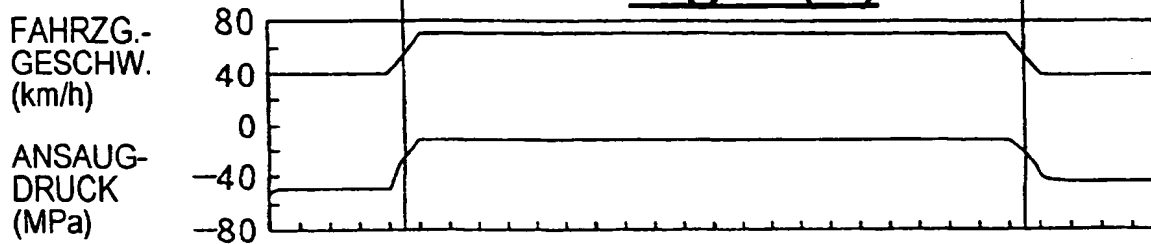


Fig. 8(e)



VERSTRICHENE ZEIT (sec)

Fig. 1

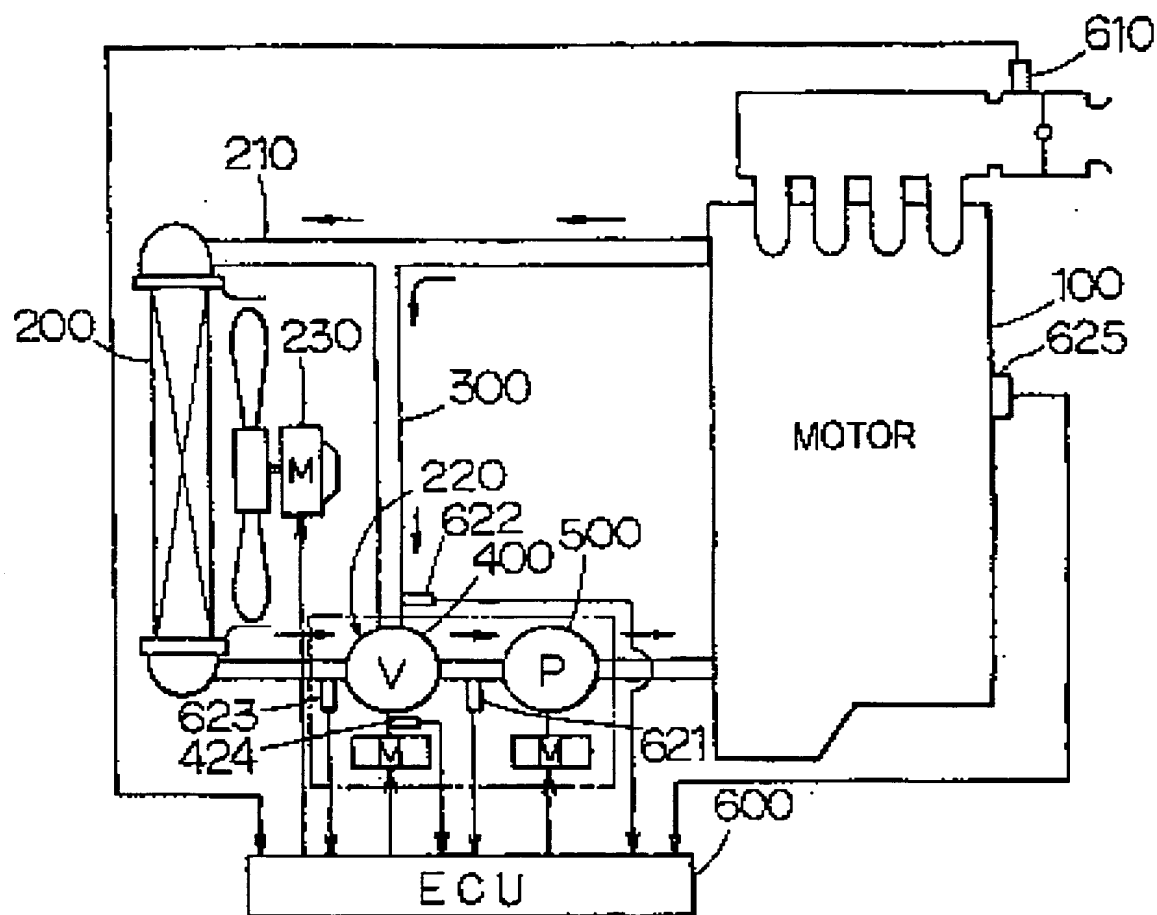


Fig. 2(b)

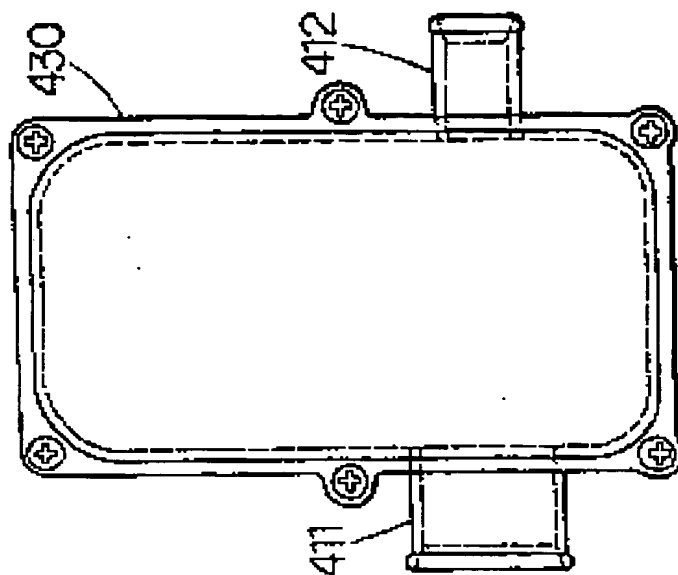


Fig. 2(a)

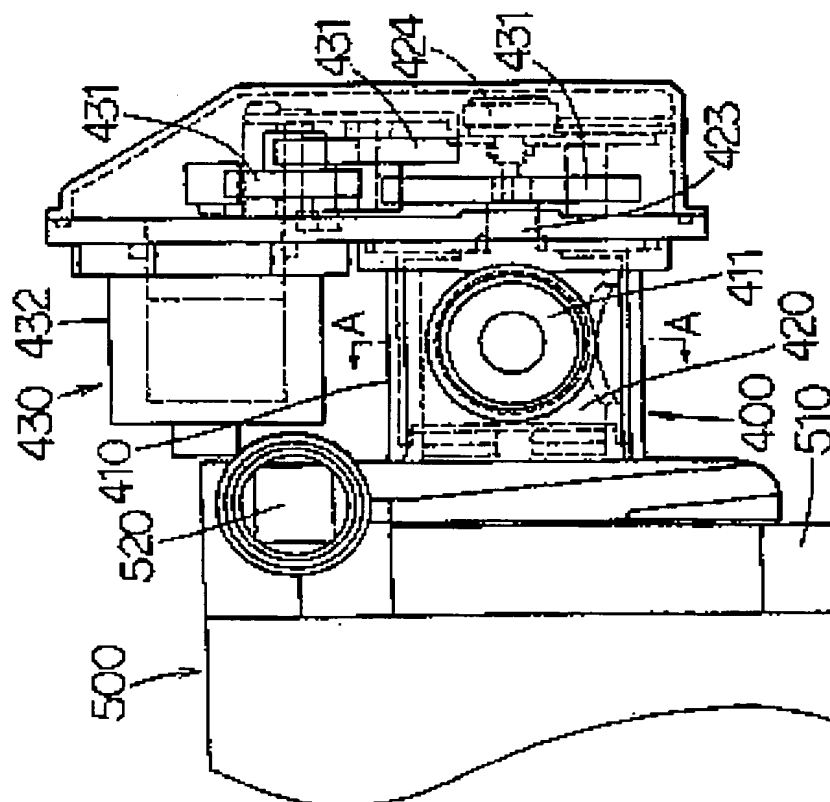


Fig. 3(a)

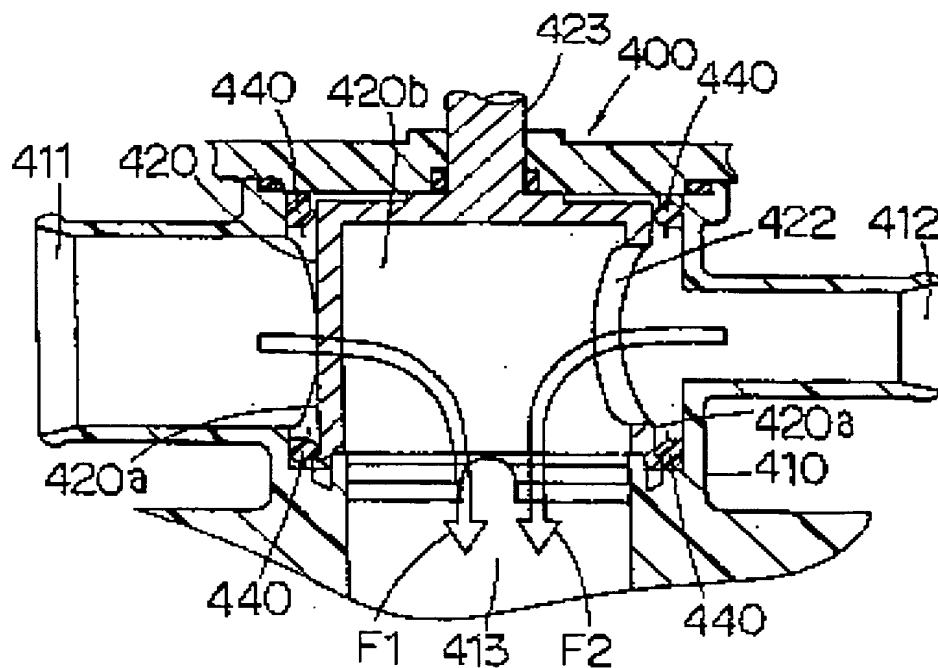
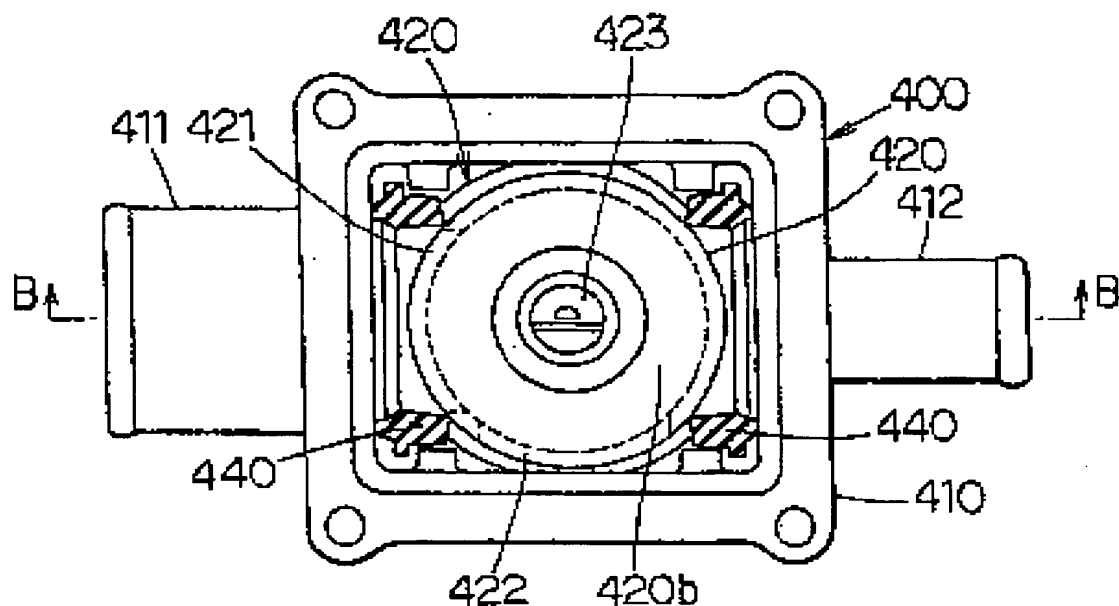


Fig. 3(b)

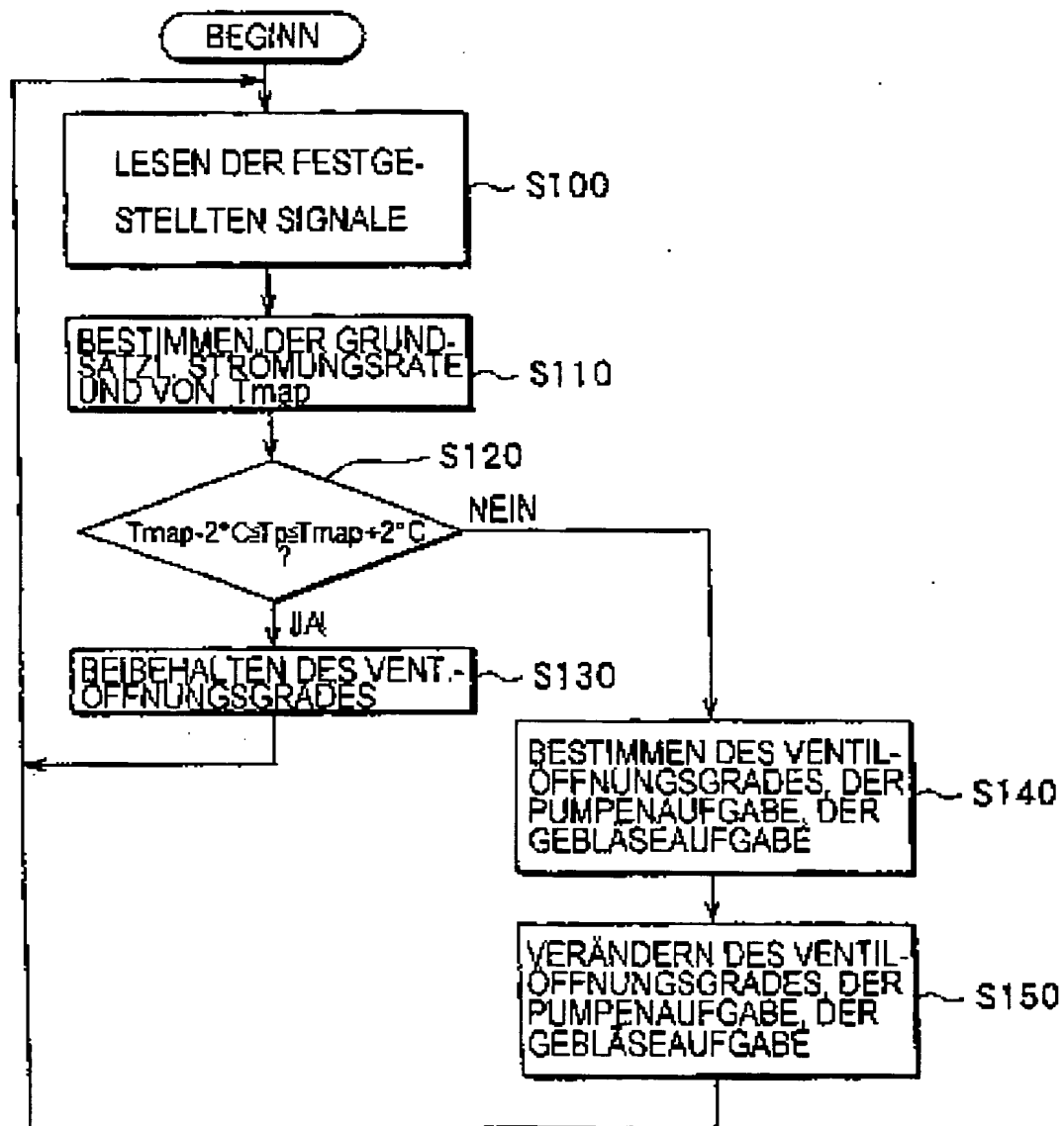
Fig. 4

Fig. 5

PUMPE		ÄNDERUNGSGRÖSSE DES VENTILÖFFNUNGSGRADES						
		+ x % . . . GEGENWÄRTIGE POSITION . . . - x %						
AUF- GABE	10	3	2	1	0	-1	-2	-3
	20	4						
	.							
	.							
	.							
	.							
	90	6						
	100	6.2						

Fig. 6

GEBLÄSE		ÄNDERUNGSGRÖSSE DES VENTILÖFFNUNGSGRADES						
		+ x % . . . GEGENWÄRTIGE POSITION . . . - x %						
AUF- GABE	10	3	2	1	0	-1	-2	-3
	20	4						
	.							
	.							
	.							
	.							
	90	6						
	100	6.2						

Fig. 7

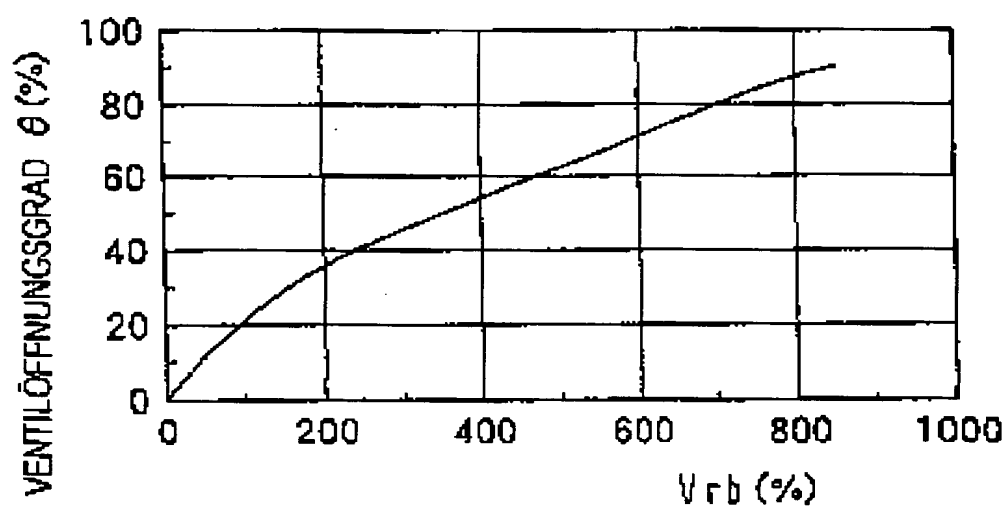


Fig. 8(a)

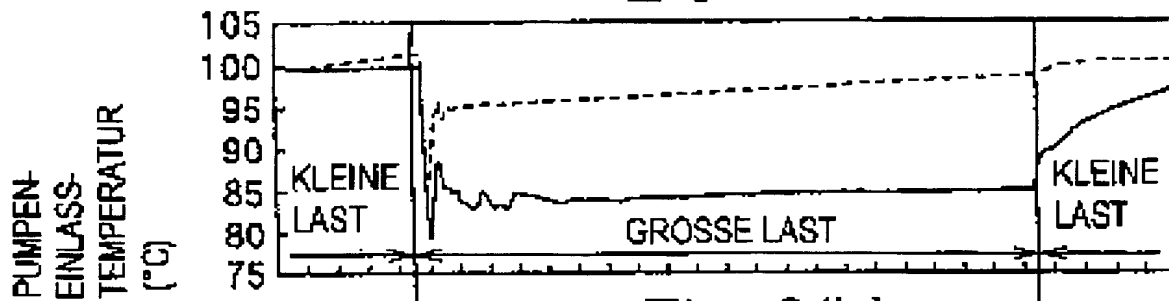


Fig. 8(b)

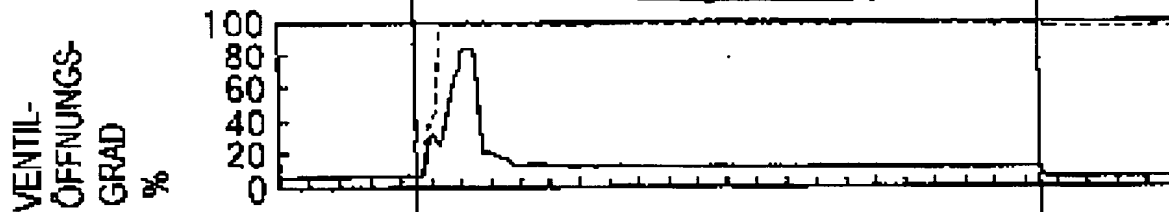


Fig. 8(c)

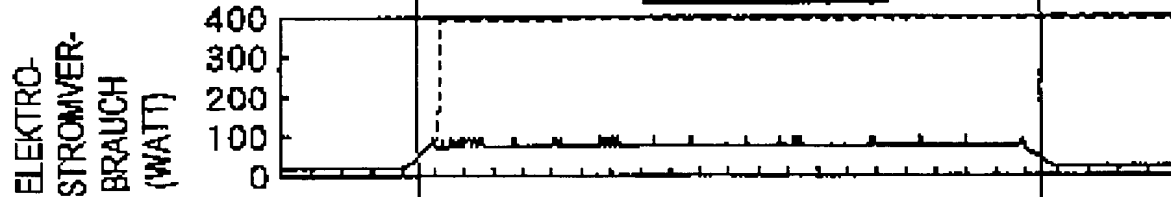


Fig. 8(d)

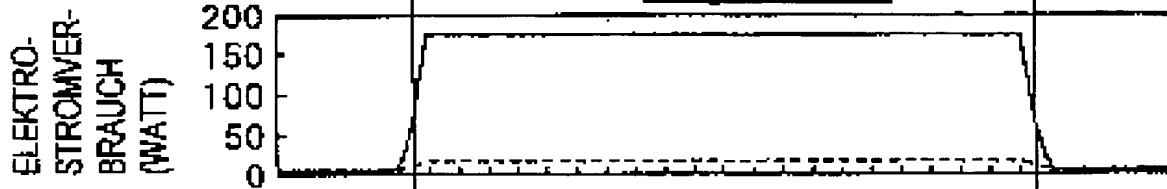
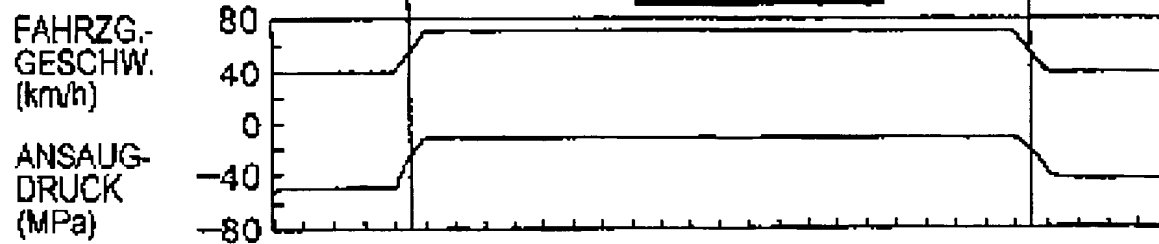


Fig. 8(e)



VERSTRICHENE ZEIT (sec)

THIS PAGE BLANK (USPTO)